

دکتر شهرام روستایی^(۱)

در آمدی بر تحلیل کمی تأثیر پراکنش ارتفاعی^(۲) در ویژگیهای

مورفولوژیکی زمین لغزشها

**Quantitative analysis of the effects of
height distribution in geomorphologic
characteristics of landslides**

Dr. Shahram Roostaei

Abstract:

In order to identify the geomorphologic characteristics of landslides and the number of landslide occurrences in an area, it is necessary to examine the large-scale dynamic conditions of that area. The present research that has been carried out in Gharedagh Ranges of *Ahar* in *East Azerbaijan* is aimed at studying the patterns and trends of landslide occurrences in the area through the analysis of height distribution and energy. In order to do so, the relief energy and height distribution of the

۱ - استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز

area have been calculated by means of making a two-dimensional lattice. We have divided the whole area into 37 main squares each of which having an area equal to 16 km². Hence, the mean and standard deviation of the random spots of every square was calculated and the height distribution groups, were determined. Subsequently, the relationship between different variables such as height distribution, mean height, length, area, volume, the ground gradient and landslides was estimated.

The relationship between mean length and height distribution of landslides suggests that the size of landslide mass generally is affected by the height distribution, and direct relationship is established between them. Volume mean, area, length, and height of the landslides prove a significant correlation with height distribution, and this correlation shows that landslide occurrence is controlled by large-scale site characteristics.

Keywords: *landslides, morphometry, height distribution, relief energy.*

چکیده:

برای شناخت ویژگیهای مورفولوژیکی لغزشها و تعداد لغزشهایی که می‌توانند در یک منطقه اتفاق افتند، مطالعه شرایط دینامیک بزرگ مقیاس آن منطقه ضرورت دارد. تحقیق حاضر که در رشته کوههای قره داغ واقع در منطقه اهر از استان آذربایجان شرقی صورت گرفته است، قصد آن دارد با تجزیه و تحلیل پراکنش ارتفاعی و انرژی ناهمواریهای منطقه؛ نحوه

وقوع زمین لغزشها را مورد بررسی قرار دهد. برای این کار، انرژی ناهمواریها و پراکنش ارتفاعی منطقه از طریق شبکه بندی محاسبه شده است. کل منطقه به ۳۷ مربع اصلی تقسیم شده که هر یک از آنها ۱۶ کیلومتر مربع وسعت دارند. بدین ترتیب میانگین و انحراف معیار نقاط ارتفاعی هر مربع محاسبه شده و گروههای پراکنش ارتفاعی تعیین گردیده‌اند. سپس بین پراکنش ارتفاعی و ارتفاع میانگین، طول، مساحت، حجم و شیب زمین لغزشها رابطه برقرار شده است.

رابطه بین میانگین طول لغزشها و پراکنش ارتفاعی بیانگر آن است که اندازه توده لغزش در کل تحت تأثیر پراکنش ارتفاعی است و رابطه مستقیم بین آنها برقرار است. میانگین حجم، مساحت، طول و ارتفاع لغزشها در یک مربع نمونه با پراکنش ارتفاعی همبستگی خوبی دارند و این رابطه نشان می‌دهد که وقوع لغزش به وسیله ویژگیهای بزرگ مقیاس مکانی کنترل می‌شود.

۱- مقدمه

پدیده لغزش و نحوه وقوع و عوامل مؤثر در وقوع آن به روشهای مختلفی توسط محققین خارجی و داخلی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. تحقیق حاضر با استفاده از روشهای کمی و مورفومتری قصد آن دارد، نقش پراکنش ارتفاعی و انرژی ناهمواری یک رشته کوهستانی را در وقوع زمین لغزشها مورد بررسی قرار دهد.

اگر چه زمین لغزش در کل به وسیله عوامل محرکی مانند بارندگی شدید، زلزله و غیره اتفاق می‌افتد، اما تأثیر اختلافات محلی یا ناحیه‌یی در میزان و بزرگی لغزشها (مساحت، حجم و...) به وسیله شرایط مکانی و پراکنش ارتفاعی کنترل می‌شود و عوامل ناهمواری و گرادیان شیب نقش عمده‌ای ایفا می‌کنند (اوهمری^(۱)، اوگاوا^(۲) و دیگران ۱۹۷۶).

منطقه مورد مطالعه بخش علیای حوضه اهر چای است که در استان آذربایجان شرقی واقع شده و رشته کوههای تره داغ از شمال و جنوب آنرا احاطه کرده‌اند. توده‌های لغزش یافته

در این منطقه به شکل صفحه‌ای، چرخشی، جریان‌ی و جریان‌ویسکوز است که عمدتاً در دامنه‌های جنوبی حوضه اتفاق افتاده‌اند. نهشته‌های سطحی به ضخامت چندین متر سازندهای زمین‌شناسی و سنگ بستر را مدفون کرده‌اند. ولکانوسدیماترها^(۱) نیز به ضخامت چندین متر شامل توفهای پومیسی^(۲) به همراه ماسه سنگهای دارای چینه بندی به صورت میان لایه از جنوب ورزقان تا نزدیکی سد اهرگسترش دارند (روستایی ۱۳۷۹).

دینامیک لغزشهای اتفاق افتاد در حوضه اهر چای و ویژگیهای ژئومورفولوژیکی آنها با استفاده از روشهای مورفومتری مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج نشان داده است که روابط بین طول، ارتفاع و مساحت لغزشها به وسیله مدل‌های توانی بهتر قابل تفسیر است (خیام و روستایی ۱۳۷۸). اما پیش بینی لغزش در یک منطقه وسیع مثلاً یک رشته کوهستانی، مستلزم آن است که بدانیم لغزشها به چه بزرگی و چه تعداد اتفاق خواهند افتاد. توزیع، بزرگی و فراوانی لغزشها در چنین مناطقی به وسیله شرایط مکانی مخصوصاً به وسیله دینامیک‌های بزرگ مقیاس کنترل می‌شود (او همری و سوقایی^(۳) ۱۹۹۵). بنابراین همبستگی بین صفات ژئومورفومتریکی که بیانگر شرایط دینامیک بزرگ مقیاس هستند و ابعاد لغزشها (طول، عرض، ارتفاع، مساحت و حجم) که از اندازه‌گیری روی زمین بدست می‌آیند باید محاسبه شود. خشونت یا بزرگی ناهماری^(۴) که در دنباله بحث به آن خواهیم پرداخت، در تمامی مناطق به آسانی از طریق روش^(۵) DEM قابل محاسبه است.

ابعاد لغزشهای اتفاق افتاده در منطقه از نظر طول، ارتفاع، مساحت، حجم و شیب اندازه‌گیری شده (شکل ۱) و داده‌های مورد نیاز جمع آوری گردیده‌اند (جدول ۱). داده‌های مربوط به انرژی ناهماری و پراکنش ارتفاعی از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ استخراج شده است. سپس روابط بین پراکنش ارتفاعی و ابعاد لغزشها از طریق تحلیل‌های آماری و رگرسیونی مورد بررسی قرار گرفته است.

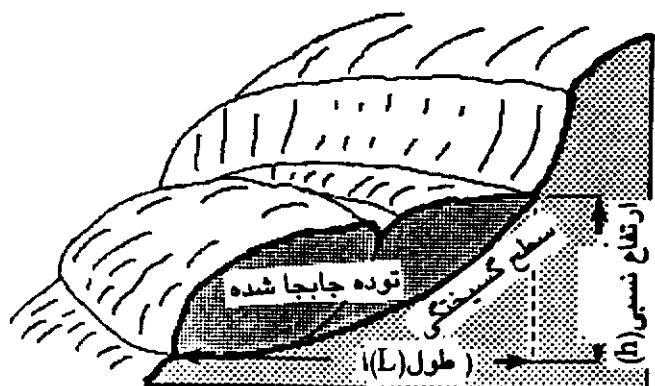
۱- Volcanocedimenter

۲- Pomic

۳- Sugai

۴- Relief Magnitude

۵- Digital Elevation Method



شکل ۱- ابعاد اندازه‌گیری شده در لغزشها

۲- انرژی ناهمواری و پراکنش ارتفاعی منطقه

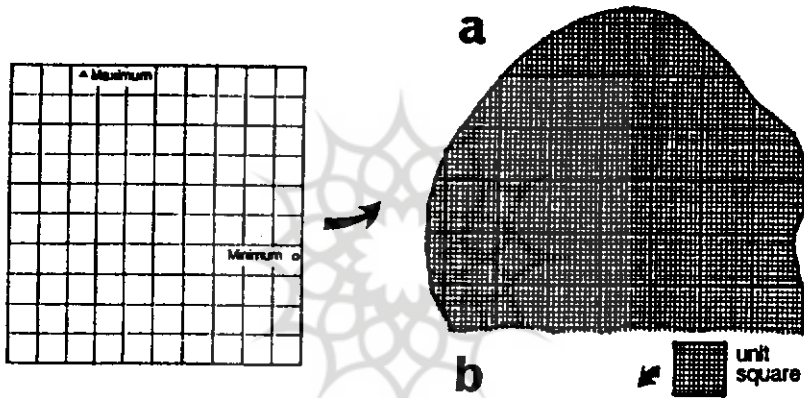
به منظور شناسایی شرایط دینامیک بزرگ منطقه و تأثیر آن در وقوع زمین لغزشها، ناهمواریهای کل منطقه بطور یکجا مورد مطالعه قرار گرفته است. انرژی ناهمواری که به صورت اختلاف ارتفاع حداقل و حداکثر یک ناهمواری محاسبه می‌شود، اغلب برای بزرگی ناهمواری بکار برده شده و پراکنش ارتفاعی نیز از طریق آن قابل محاسبه است. برای محاسبه پراکنش ارتفاعی و انرژی ناهمواری منطقه، ابتدا سطح کل منطقه مورد مطالعه به وسیله ۳۷ مربع شبکه بندی شده که هر یک ۱۶ کیلومتر مربع وسعت دارند، سپس هر یک از مربع‌های اصلی به ۲۵ مربع فرعی تقسیم شده است و تقسیم مربع‌های اصلی برای دقت عمل بیشتر صورت می‌گیرد (شکل ۲). در یک مربع واحد، هر چند می‌توان با توجه به نقاط ارتفاعی قرائت شده، انرژی ناهمواری و پراکنش ارتفاعی را بدست آورد، با این وجود به علت اینکه توزیع فراوانی ارتفاعات در یک مربع، پراکنش ارتفاعی را به خوبی نشان نمی‌دهد، انحراف معیار شاخص بهتری برای نشان دادن پراکنش ارتفاعی است.

$$۱) X = (\sum X_i) / n \quad \text{[رابطه ۱]}$$

$$۲) D = \{[\sum (X_i - \bar{X})]^2 / (n - 1)\}^{1/2} \quad \text{[رابطه ۲]}$$

که X_i ارتفاع هر نقطه و n تعداد نقاط موجود در یک مربع است و D انحراف معیار نقاط ارتفاعی می‌باشد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری ابعاد لفظ‌ها و محاسبه پراکنش ارتفاعی و انرژی ناهم‌واری برای ۳۷ مربع اصلی در جدول ۱ ارائه شده است.

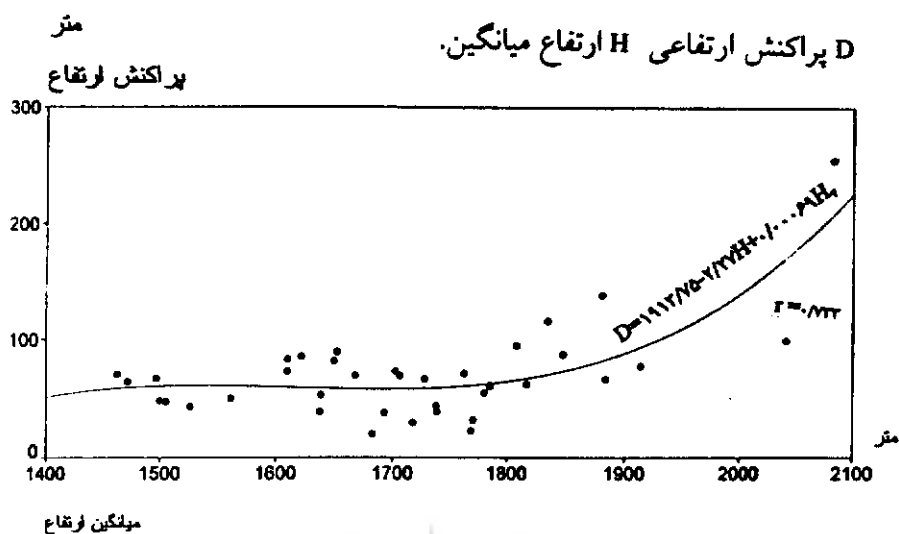


شکل ۲ - سیستم شبکه بندی ناهم‌واری
 پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
 پیمان بنیاد

تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که پراکنش ارتفاعی همبستگی خوبی با ارتفاع میانگین منطقه دارد ($r = 0/73$). رابطه بین پراکنش ارتفاعی و ارتفاع میانگین به وسیله معادله درجه ۲ بهتر تفسیر می‌شود:

$$۳) D = ۱۹۱۳/۷۵ - ۲/۲۷۵ H_1 + ۰/۰۰۰۶۹ H_2 \quad \text{[رابطه ۳]}$$

D پراکنش ارتفاعی و H ارتفاع میانگین.



شکل ۳ - منحنی رگرسیون رابطه بین میانگین ارتفاع و پراکنش ارتفاعی

رابطه فوق نشان می‌دهد که تا ارتفاع ۱۸۰۰ متر، پراکنش ارتفاعی و خشونت ناهمواریهای منطقه نامحسوس و یکنواخت و تغییر شیب دامنه‌ها کم است، ولی از ارتفاع ۱۸۰۰ متر تا خط الرأس حوضه، انرژی ناهمواریها افزایش می‌یابد و ناهمواری‌های منطقه خشن‌تر می‌شوند و پراکنش ارتفاعی نسبت به ارتفاع میانگین منطقه به سرعت افزایش می‌یابد. در چنین شرایطی بایستی در ارتفاعات بالاتر به علت انرژی زیاد ناهمواری‌ها، لغزش‌های زیادی اتفاق افتد و حجم و وسعت توده جابجا شده چشمگیر باشد. در دامنه‌های جنوبی حوضه به علت انباشت نهشته‌های دامنه‌ای ضخیم، این رابطه صدق می‌کند و در ارتفاعات بالای ۱۸۰۰ متر، لغزشهای بزرگی را مشاهده می‌کنیم ولی در دامنه‌های شمالی حوضه به علت نبود چنین شرایطی از ارتفاع ۱۸۰۰ متر به بالا لغزشهای عمده‌ای مشاهده نمی‌شود.

۳- رابطه بین پراکنش ارتفاعی و ابعاد لغزشها

پس از محاسبه پراکنش ارتفاعی و انرژی ناهمواری‌ها در هر مربع اصلی، برای ایجاد

ارتباط بین لغزشهای منطقه و ناهمواریهای آن، لازم است که مساحت، طول، ارتفاع، حجم و شیب لغزشها را نیز در هر مربع محاسبه کرد. نتایج نشان می‌دهد که در هر یک از مربع‌های اصلی، تعداد لغزشهای اتفاق افتاد و مساحت و طول و ارتفاع نسبی آنها با توجه به پراکنش ارتفاعی آن مربع فرق می‌کنند (جدول ۱). برای اینکه بتوانیم این تفاوت‌ها و همبستگی‌ها را بهتر نشان دهیم، با توجه به مقادیر بدست آمده برای پراکنش ارتفاعی، ناهمواریهای حوضه اهر چای به ۵ گروه تقسیم شده (شکل ۴) و هر یک از متغیرهای فوق‌الذکر برای این پنج گروه دوباره محاسبه شده (جدول ۲) و با استفاده از جدول مذکور، روابط بین پراکنش ارتفاعی و ابعاد مختلف لغزشها مورد بررسی قرار گرفته است.



جدول ۱ - ابعاد لغزشهای موجود در هر مربع واحد

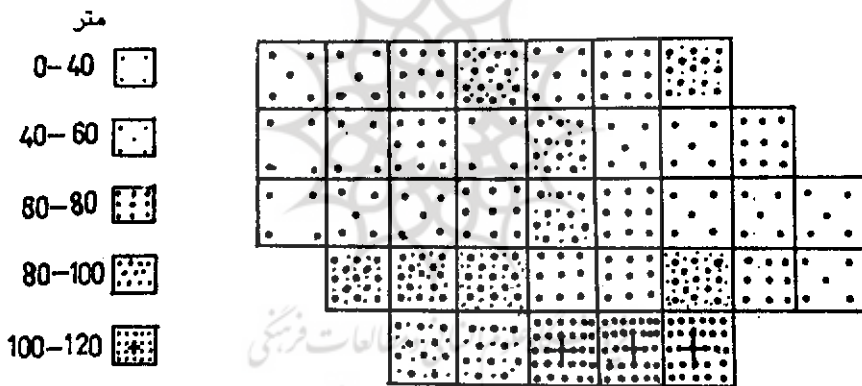
دوره	میانگین ارتفاع (متر)	پراکنش ارتفاع	تفرقی نامعومری	تعداد لغزش	کل مساحت لغزش (مترمربع)	میانگین مساحت لغزش (مترمربع)	کل طول لغزش (متر)	میانگین طول لغزش (متر)	کل ارتفاع لغزش (متر)	میانگین ارتفاع لغزش (متر)	میانگین شیب (درجه)	کل حجم لغزش (میلیون m ³)	میانگین حجم لغزش (میلیون m ³)
۱	۱۷۷/۳۰	۳۱/۸۵	۱۲۰	۲	۱۹۱۷۲۶	۹۵۸۳۳	۹۲۲	۴۶۱	۲۲	۲۴/۵۰	۲۶/۵۰	۱/۲۶	۰/۷۳
۲	۱۷۶۸/۶۰	۲۷/۷۵	۸۰	۲	۱۶۹۲۷۳	۸۴۶۳۷	۹۰۷	۴۵۳	۲۱	۲۷/۵۰	۲۷/۵۰	۰/۸۶	۰/۸۶
۳	۱۷۸۵/۲۰	۶۰/۷۳	۲۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴	۱۸۰۸	۸۲۰/۹۲	۳۵۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵	۱۷۸/۳۰	۵۵/۰۲	۱۸۰	۳	۲۱۹۶۰۰	۷۳۵۳۳	۱۰۵۲	۳۵۱	۷۲	۲۷/۶۶	۲۰/۳۳	۱/۸۵	۰/۸۲
۶	۱۸۱۶/۸۰	۶۷/۳۰	۲۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۷	۱۷۰۵/۶۰	۶۹/۸۱	۲۵۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۸	۱۶۸۷/۲۰	۲۰/۱۶	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۹	۱۹۶۲/۲۰	۳۸/۸۱	۱۵۰	۲	۹۹۲۲	۴۹۶۱۱	۴۹۷	۳۲۸	۲۱	۱۹/۵۰	۲۶/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۷
۱۰	۱۷۶۲/۲۰	۷۱/۳۱	۲۶۰	۸	۹۶۳۸۵	۱۲۰۴۸۰	۳۱۳۷	۳۹۲	۲۷۸	۲۶/۸۲	۲۶/۸۲	۲/۸	۲/۸
۱۱	۱۶۳۷/۲۰	۳۸/۸۰	۱۷۰	۳	۲۰۰۸۵۵	۶۶۹۵۱	۱۱۱۵	۳۷۱	۸۹	۲۵/۳۳	۲۵/۳۳	۰/۷۳	۰/۷۳
۱۲	۱۶۵۱/۶۰	۸۹/۲۹	۳۳۰	۳	۳۲۲۶۰	۸۰۸۸۰	۱۲۵۱	۲۱۷	۱۰۸	۲۲/۳۳	۲۲/۳۳	۰/۸۱	۰/۸۱
۱۳	۱۶۳۸/۲۰	۵۲/۲۵	۱۷۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۴	۱۵۶۰/۸۰	۵۰/۲۳	۲۱۰	۲	۲۰۹۲۷	۱۰۴۶۳	۱۰۳۳	۵۱۶	۸۰	۳۱/۵	۳۱/۵	۱/۵۸	۱/۵۸
۱۵	۱۷۱۷/۲۰	۲۹/۶۵	۱۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۶	۱۷۳۷/۶۰	۲۲/۸۰	۱۸۰	۷	۲۰۳۷۵۵	۲۹۱۸۲۲	۲۰۰۹	۵۲۷/۷	۵۸	۲۷	۲۷	۱۱/۶۶	۱۱/۶۶
۱۷	۱۸۳۲/۲۰	۱۱۵/۵	۳۹۰	۶	۵۱۳۹۰۰	۸۸۸۳	۲۹۰۰	۲۸۲/۳	۲۱۹	۲۶/۵	۲۸	۱/۲۶	۱/۲۶

ادامه جدول شماره ۱

موقعیت مجموعه نژاد میلون ۳	کل حجم نژاد میلون ۳	موقعیت نسبت (درصد)	موقعیت ارتفاع نژاد (متر)	موقعیت طول نژاد (متر)	کل طول نژاد (متر)	موقعیت مساحت نژاد (متر مربع)	موقعیت کلیه مساحت نژاد (متر مربع)	تعداد نژاد	نژاد تعداد	موقعیت ارتفاع نژاد (متر)	موقعیت ارتفاع (متر)	نوع نژاد
۰/۱۳	۱/۲۶	۲۲	۲۷/۹۵	۲۵۲	۱۰۱۶	۳۲۱۵	۱۳۶۷۰	۲	۲۵۰	۶۹/۵۲	۱۶۶۷/۲۰	۱۸
۶/۵۲	۵۱/۱۵	۳۰/۶۲	۲۲/۱۲	۲۲۵۲	۳۲۰۳	۱۶۸۱۷	۱۳۵۱۷	۸	۳۷۰	۸۵/۵۵	۱۶۲۱/۲۰	۱۹
۰/۱۵	۱/۸۲	۳۳/۶۶	۱۰۱	۲۲۲۷	۱۲۶۸	۵۱۵۳۳	۱۷۸۳۰	۳	۱۵۰	۲۳/۳۱	۱۵۲۵/۶۰	۲۰
.	.	.	.	.	.	.	.	.	۱۸۰	۲۸/۶۲	۱۲۹۹/۲۰	۲۱
۰/۱۳	۰/۲	۳۵/۳۳	۲۰/۶۶	۲۲۲۷	۷۲۸	۱۷۶۷۲	۵۳۰۲۲	۳	۲۲۰	۶۶/۳۹	۱۸۸۲/۶۰	۲۲
۱/۲۹	۲/۸۸	۳۱	۳۷/۶۶	۵۲۸	۱۹۲۲	۱۰۰۷۰۶	۳۰۲۱۲۰	۴	۲۵۰	۷۷/۱۸	۱۹۱۳/۶۰	۲۳
۱/۳۷	۵/۱	۲۹/۵	۳۳	۵۱۰	۲۰۳۰	۱۰۷۲۳۷	۲۲۸۱۰	۴	۳۰۰	۷۲/۹۷	۱۷۰۲/۵	۲۴
۰/۱۳	۲/۷۲	۳۲/۵	۲۷	۳۶۸۷	۱۷۵	۶۹۸۵۷	۲۷۱۸۲۶	۴	۲۶۰	۷۲/۹۷	۱۶۰۹/۲۰	۲۵
۱/۸۲	۵/۵۳	۷۸/۶	۲۸	۵۶۶۱۷	۱۷۰۰	۱۶۹۹۵۳	۵۰۰۸۶۰	۳	۲۳۰	۶۷/۲۰	۱۲۹۹/۲۰	۲۶
۳/۲۲	۶/۲۷	۲۶	۲۲	۵۶۸۵	۱۱۳۷	۲۲۲۰۲۵	۲۲۲۱۰	۲	۲۵۰	۷۰/۸۱	۱۴۶۷/۲۰	۲۷
۲/۷۷	۲۲/۸۶	۳۳/۶	۵۰/۶	۶۲۷	۳۲۳۵	۲۱۶۲۱۲	۱۰۸۲۰۷۰	۵	۲۵۰	۹۸/۵۷	۲۰۲۲	۲۸
۰/۱۶	۲/۸۷	۳۲/۳۲	۲۳	۲۸۶۳	۱۲۸۱	۶۹۷۲۱	۲۰۹۲۲۲	۳	۳۳۰	۸۷/۰۵	۱۸۳۷/۶۰	۲۹
۰/۱۳	۶/۵۵	۳۰/۱۲	۳۶/۱۲	۳۵۰/۶	۳۱۵۶	۸۸۰۲۲	۳۳۳۸۸	۷	۱۶۰	۴۹/۲۳	۱۳۸۰	۳۰
۱/۷۷	۷/۰۷	۲۲/۵	۲۲/۹۵	۶۲۱	۲۲۸۶	۱۵۵۸۳	۳۳۶۶۰۹	۴	۲۰۰	۸۱/۷۰	۱۶۹۹/۲۰	۳۱
۰/۱۳	۲/۸۹	۳۳/۵	۳۰	۳۳۳۳	۱۲۲	۵۱۹۲۸	۲۰۷۹۱۶	۴	۲۰۰	۸۳/۳۹	۱۶۰۹/۶۰	۳۲
۱/۲۶	۱۰/۵۷	۴۱/۱۶	۵۲/۳۲	۵۷۷۲	۳۳۶۲	۹۷۸۷۰	۵۸۷۲۲	۶	۱۱۰	۱۵۲/۹	۲۰۸۲/۸۰	۳۳
۲/۳۸	۸/۶۶	۲۵/۵	۳۳	۲۹۵۵	۹۹۱	۲۸۶۶۵	۵۸۷۵۰	۲	۶۰۰	۱۳۷/۹	۱۸۸۰/۲۰	۳۴
۰/۲	۰/۹۲	۲۱/۶۶	۲۲/۳۲	۳۳۷۷	۱۰۰۱۹	۳۳۲۶۶	۱۱۷۷۸۸	۳	۲۲۰	۶۲/۶۵	۱۲۷۲/۲۰	۳۵
۰/۷۰	۰/۱۲	۲۷	۲۰/۵	۱۸۲	۳۶۸	۱۰۰۰۲۷	۲۰۰۰۲	۲	۱۶۰	۲۷/۷۱	۱۵۰۲/۸۰	۳۶
۱/۰۷	۱/۱۲	۳۸	۳۸	۵۲۸/۵	۱۰۰۷	۶۹۸۱۱	۱۲۵۸۲۲	۲	۲۵۰	۶۶/۵۵	۱۷۳۷/۲۰	۳۷

جدول ۲- گروههای پراکنش ارتفاعی و مشخصات آماری ابعاد لغزشهای موجود در هر گروه

ردیف	پراکنش ارتفاعی	میانگین طول (متر)	میانگین ارتفاع (متر)	میانگین شیب (درجه)	میانگین مساحت (مترمربع)	میانگین مساحت (مترمربع)	میانگین حجم (مترمکعب)	مجموع حجم (مترمکعب)	انرژی ناهموازی
	sd	ml	mh	mangle	ma	Za	mv	Zv	re
۱	۲۰	۲۹۷/۸۸	۲۰/۱۲	۱۸/۴۲	۵۵۱۹۰	۱۲۸۴۸۲۷	۶۶۶۵۲۶	۱۰۹۹۳	۱۲۸/۶۰
۲	۶۰	۲۹۲/۲۲	۲۵/۲۶	۲۰	۷۷۵۵۸	۱۸۴۲۵۲۶	۱۰۰۰۰۰۰	۱۵۶۳۳	۱۷۵/۷۰
۳	۸۰	۳۲۳	۲۲/۷۸	۲۲/۲۲	۷۲۶۳۵	۳۳۵۳۷۲۳	۲۱۴۳۳۳۳	۱۸۳۳۳	۲۴۹/۲۰
۴	۱۰۰	۲۳۰	۳۵/۳۵	۲۵/۳۷	۱۰۰۴۳۰	۲۳۶۵۹۱۳	۲۲۳۶۶۶۶	۲۲۶۶۶	۳۳۲/۳۰
۵	۱۲۰	۲۸۹/۲۰	۳۲/۷۵	۲۶/۷۵	۱۹۶۳۰۴	۲۱۸۱۱۵۰	۲۸۲۰۰۰۰	۱۹۰۰۰	۴۹۵



شکل ۲- نقشه توزیع پراکنش ارتفاعی برای کل منطقه

۱-۳- رابطه بین پراکنش ارتفاعی و طول لغزشها

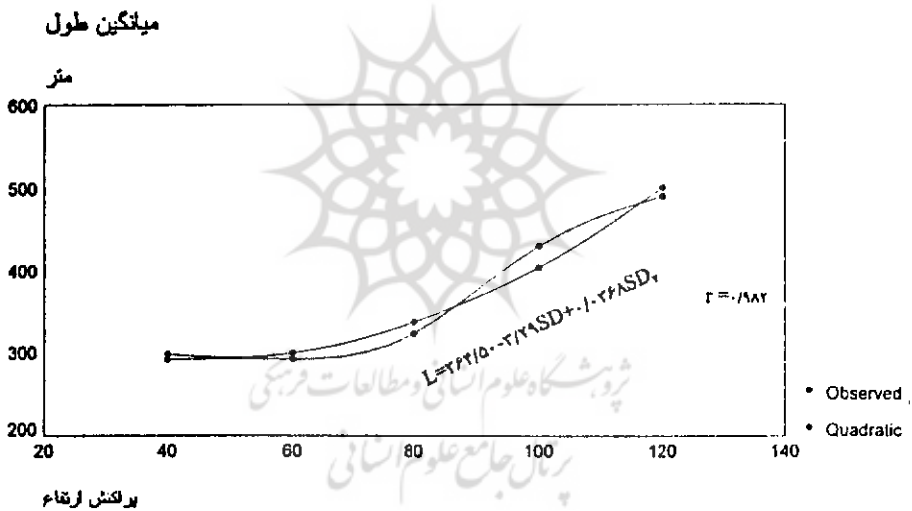
در هر یک از مربع‌های اصلی شبکه، طول لغزشهای اتفاق افتاده اندازه‌گیری شده و طول متوسط لغزشها بدست آمده است. سپس با توجه به پراکنش ارتفاعی، گروههای ارتفاعی تعیین و روابط بین آنها بررسی شده است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که بین میانگین طول لغزشها و پراکنش ارتفاعی، ارتباط خیلی خوبی وجود دارد ($R^2 = ۰/۸۶۸$) و روابط بین

آنها به وسیله معادله رگرسیونی درجه ۲ بهتر توجیه می‌شود و مدل بدست آمده برای آن به صورت زیر است (رابطه ۴ و شکل ۵):

$$L = 364/50 - 3/29 SD_1 + 0.368 SD_2 \quad \text{[رابطه ۴]}$$

که L میانگین طول لغزشها و SD پراکنش ارتفاعی است.

رابطه بین میانگین طول و پراکنش ارتفاعی بیانگر آن است که در حوضه اهر چای اندازه توده لغزش در کل تحت تأثیر پراکنش ارتفاعی است. با توجه به اینکه طول توده لغزش معمولاً کمتر از طول دامنه‌ای است که لغزش در آن اتفاق می‌افتد، بنابراین روابط بالا بیانگر آن است که پراکنش ارتفاعی می‌تواند نشان دهنده طول متوسط لغزش باشد.



شکل ۵ - رابطه بین میانگین طول لغزشها و پراکنش ارتفاعی

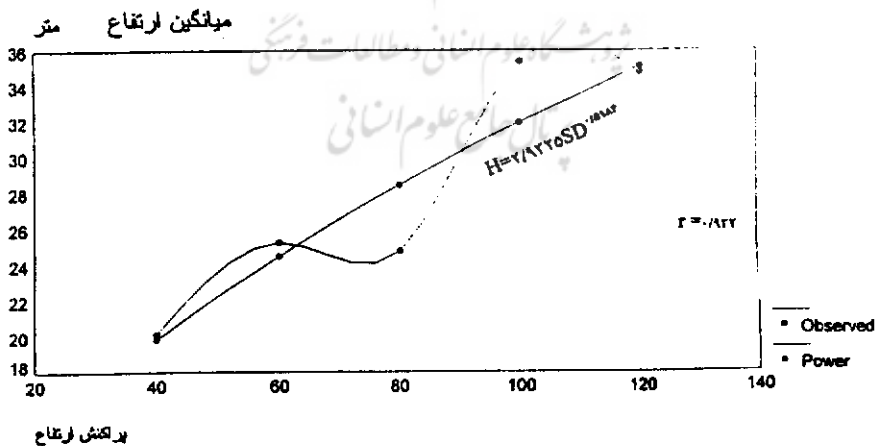
۳-۲ - رابطه بین پراکنش ارتفاعی و ارتفاع نسبی لغزشها

ارتفاع نسبی لغزشها ارتباط زیادی با نهشته‌های سطحی دامنه‌ها دارد. در دامنه‌های جنوبی حوضه مواد به ضخامت چندین متر انباشته شده و ترکیبی از مواد ولکانوسدیماتر در

میان آنها یافت می‌شود. برای شناخت و تفسیر ارتباط بین عمق این نهشته‌ها با پراکنش ارتفاعی، ارتفاع نسبی تمامی لغزشها اندازه‌گیری و رابطه آنها با پراکنش ارتفاعی مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج بدست آمده از اندازه‌گیریها و محاسبات نشان می‌دهد (روستایی ۱۳۷۹) که همبستگی خوبی بین پراکنش ارتفاعی و ارتفاع نسبی لغزشها وجود دارد و با افزایش مقدار پراکنش ارتفاعی، ارتفاع نسبی افزایش می‌یابد. اصولاً افزایش پراکنش ارتفاعی بیانگر انرژی زیاد ناهموازی است و در این شرایط شیب دامنه‌ها زیاد است و فرصت انباشت مواد به ضخامت زیاد وجود ندارد. چنین شرایطی در دامنه‌های شمالی حوضه اهر جای حاکم است ولی در دامنه‌های جنوبی با حرکت از کف دره اصلی تا ارتفاع ۱۹۵۰ متر ضخامت نهشته‌های سطحی افزایش می‌یابد. در اثر مسدود شدن حوضه در اواخر دوران سوم، نهشته‌های دریاچه‌ای ضخیمی در دامنه‌های جنوبی انباشته شده و با پسروی دریاچه، دامنه جنوبی به صورت تراسهای متعدد ظاهر شده است. از ارتفاع ۱۹۵۰ متر به بالا به علت شیب زیاد دامنه‌ها یا لغزشی رخ نداده و یا در صورت وقوع، ضخامت چندانی ندارد.

بررسی انواع مدل‌های رگرسیونی نشان می‌دهد که روابط بین ارتفاع لغزشها و پراکنش ارتفاعی رابطه توانی است (رابطه ۵ و شکل ۶).

$$h = 2/9325 SD^{0.5184} \quad \text{[رابطه ۵]}$$



شکل ۶ - رابطه بین میانگین ارتفاع لغزشها و پراکنش ارتفاعی در حوضه اهر جای

۳-۳ - رابطه بین حجم لغزش و پراکنش ارتفاعی

مقدار بستگی مواد جابجا شده در روی دامنه به حجم سازندها و نهشته‌های سطحی انباشته شده در روی آن دارد و در مطالعه دینامیک لغزشها، حجم لغزشها فاکتور اصلی می‌باشد. با توجه به اینکه حجم لغزشها با مساحت و عمق آنها محاسبه می‌شود و پراکنش ارتفاعی رابطه مستقیمی با مساحت و طول دارد، بنابراین حجم لغزشها باید همبستگی خوبی با پراکنش ارتفاعی داشته باشد.

برای مطالعه این رابطه، ابتدا نیمرخهای طول لغزشها و نیمرخ سطح گسیختگی باید شناسایی و مدل سازی شوند. تحقیقات به عمل آمده توسط اوهمری (۱۹۹۲) در کوههای ژاپن نشان می‌دهد که نیمرخهای طولی سطح توده لغزش به وسیله توابع توانی بهتر تفسیر می‌شوند (شکل ۷a) و داریم:

$$Y_1 = CX^d \quad \text{[رابطه ۶]}$$

که Y_1 ارتفاع نسبی سطح بالای پیشانی توده لغزش، X فاصله از پیشانی و C, d عدد ثابت هستند. آنالیز رگرسیون نشان می‌دهد که مقدار d بین $0/3$ و $0/4$ است. در لغزشهایی که ارتفاع نسبی زیادی دارند، ضریب d بزرگتر است و انحنای سطح لغزش بیشتر بر آمده است. پروفیل‌های طولی سطح گسیختگی لغزشهای بزرگ نیز به وسیله توابع توانی بهتر تفسیر می‌شوند (اوهمری و سوفایی ۱۹۹۵) و رابطه آن بصورت زیر است:

$$Y_2 = PX^q \quad \text{[رابطه ۷]}$$

که Y_2 ارتفاع نسبی سطح گسیختگی لغزش در بالای پیشانی توده است، و P و q عدد ثابت هستند. آنالیز رگرسیون نشان می‌دهد که مقدار q بین 1 تا $1/4$ است و نشان می‌دهد که سطوح گسیختگی لغزشها به شکل منحنی و کمی مقعر است. اگر منحنی دو معادله فوق الذکر را ترسیم کنیم ناحیه بین دو منحنی (S) حجم توده را نشان می‌دهد (شکل ۷b) و با رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$A) \int (CX^d - PX^q) dx = (CL^{d+1})/(d+1) - (PL^{q+1})/(q+1) \quad \text{[رابطه ۸]}$$

زمانیکه T ضخامت متوسط توده لغزش است، S از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$9) S = TL \quad \text{[رابطه ۹]}$$

رابطه فوق می‌توان بصورت زیر تبدیل شود:

$$10) T = S/L = h(q-d) / \{(d+1)(q+1)\} \quad \text{[رابطه ۱۰]}$$

چون $CL^d = PL^q = h$ است؛ زمانیکه $d = 0/3$ و $q = 1/4$ است داریم:

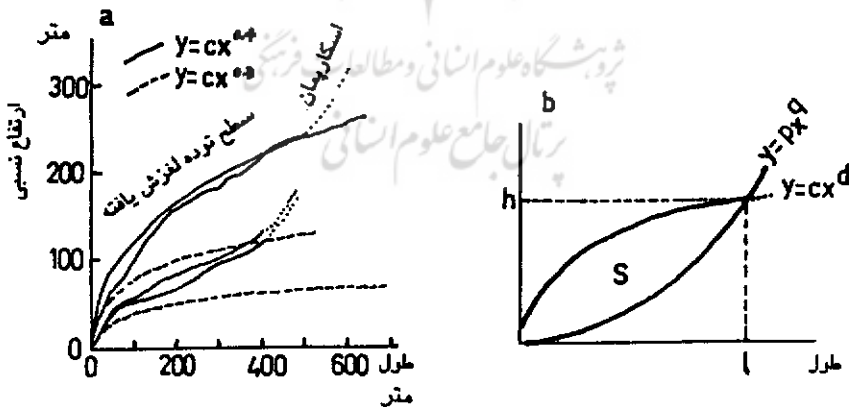
$$11) T = h / (1/4 - 0/3) / \{(0/3 + 1)(1/4 + 1)\} = h / 2/8 \quad \text{[رابطه ۱۱]}$$

و می‌توان نوشت $T \cong h/2/8$

با توجه به ضرایب d و q ، رابطه $T \cong h/3$ برای لغزشهای منطقه اهر جای صادق است. بنابراین حجم (V) هر توده لغزش به وسیله رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$12) V = TA = (hA)/3 \quad \text{[رابطه ۱۲]}$$

که T ضخامت متوسط و A مساحت و h ارتفاع نسبی توده لغزش است.



شکل ۷- نمونه‌ای از نیمرخهای طولی و برش مقطعی لغزشها

با توجه به اینکه ارتفاع نسبی و مساحت تمامی لغزشهای منطقه محاسبه شده، با استفاده از رابطه فوق، حجم متوسط و حجم توده‌های لغزش برای هر مربع بدست آمده و بر اساس پراکنش ارتفاعی گروه بندی شده‌اند (جدول ۲).

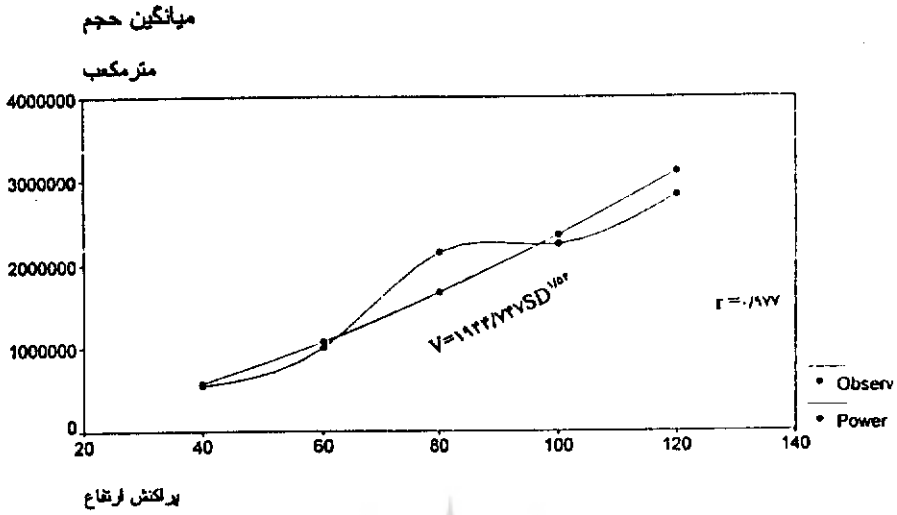
تجزیه و تحلیل روابط بین حجم لغزش‌ها و پراکنش ارتفاعی نشان می‌دهد که روابط آنها به وسیله معادلات توانی بهتر تفسیر می‌شود. رابطه بین میانگین حجم لغزشها و پراکنش ارتفاعی بهتر از همبستگی بین مجموع حجم لغزش و پراکنش ارتفاعی است ($r = 0/886$). منحنی رگرسیون رابطه بین میانگین و مجموع حجم لغزشها و پراکنش ارتفاعی در شکل‌های ۸ و ۹ نشان داده شده و مدل‌های ارائه برای آنها بصورت زیر است:

$$13) v = 1944/747 D^{1/54} \quad \text{[رابطه ۱۳]}$$

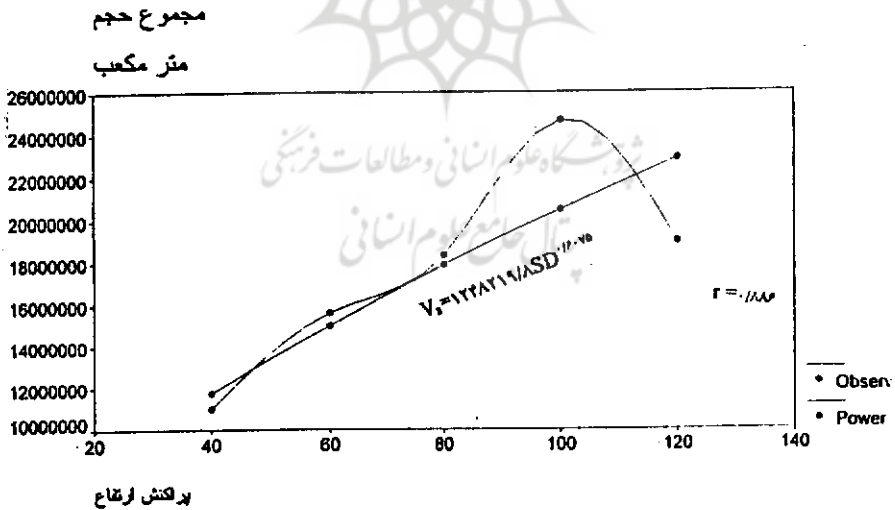
$$14) v = 1248219/8 D^{0/6075} \quad \text{[رابطه ۱۴]}$$

که D پراکنش ارتفاعی است.

نتایج حاصل از بررسیها نشان می‌دهد که حجم متوسط و حجم مجموع توده‌های لغزش در منطقه اهر چای علیا شدیداً تابع پراکنش ارتفاعی است. حجم مجموع که پتانسیل وقوع لغزش است، نشان می‌دهد که پراکنش ارتفاعی ارتباط نزدیکی با وقوع لغزش دارد. بر اساس نتایج مذکور می‌توان گفت که میزان رسوب دهی رودخانه بطور تابعی با پراکنش ارتفاعی در رابطه است و با توجه به بالا بودن حجم لغزشهای منطقه میزان رسوب وارده به پشت سد اهر چای زیاد خواهد بود و دریاچه سد به وسیله این رسوبات تهدید می‌شود.



شکل ۸ - رابطه بین پراکنش ارتفاعی و میانگین حجم لغزشهای حوضه اهرچای



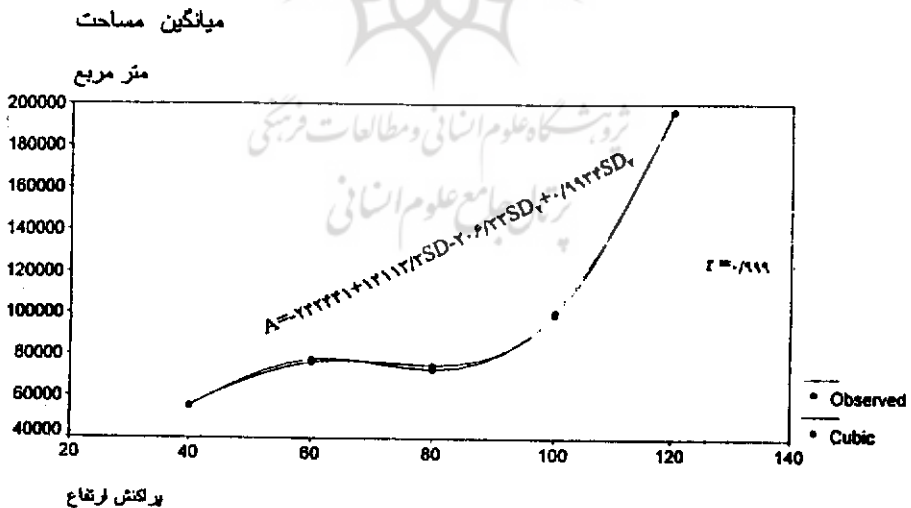
شکل ۹ - رابطه بین پراکنش ارتفاعی و مجموع حجم لغزشهای حوضه اهرچای

۳-۴ - رابطه بین پراکنش ارتفاعی و مساحت لغزشها

در مبحث رابطه بین پراکنش ارتفاعی و حجم لغزشها، مشخص گردید که در منطقه اهرچای حجم لغزشها همبستگی خوبی با انرژی و پراکنش ناهمواریها دارد. از آنجائیکه مساحت لغزشها یکی از عوامل محاسبه حجم آنهاست، باید رابطه مذکور برای مساحت نیز صادق باشد. همچنین طول دامنه‌ها و انرژی ناهمواریها (تفاضل حداقل و حداکثر ارتفاع) در محاسبه مساحت لغزشها اهمیت دارد. بنابراین پس از محاسبه مساحت لغزشها در هر یک از مربع‌های واحد، مساحت میانگین و مجموع برای گروه‌های پراکنش ارتفاعی بدست آمده است. برای شناخت نوع رابطه بین پراکنش ارتفاعی و مساحت لغزشها، توابع مختلفی مورد آزمون قرار گرفتند و محاسبات نشان می‌دهد که رابطه بین پراکنش ارتفاعی و مساحت لغزشها در حوضه اهرچای، از تابع رگرسیونی درجه ۳ تبعیت می‌کند (شکل ۱۰):

$$[رابطه ۱۵] \quad A = -242441 + 14113/3 D_1 - 206/33 D_2 + 0/9934 D_3$$

بنابراین با شناخت دقیق پراکنش ارتفاعی یک منطقه، می‌توان در مورد مساحت لغزشهای آن نیز اظهار نظر نمود و ابعاد لغزشها را شناسایی کرد.



شکل ۱۰ - رابطه بین پراکنش ارتفاعی و میانگین مساحت لغزشها

اگر چه میانگین مساحت لغزشها همبستگی خوبی با پراکنش ارتفاعی دارد، ولی مجموع مساحت لغزشها همبستگی خوبی با آن ندارد. مدلهای رگرسیونی بکار رفته برای رابطه بین مجموع مساحت لغزشها و پراکنش ارتفاعی نشان می‌دهند که بهترین رابطه بین آن دو، تابع رگرسیونی درجه ۳ است، ولی هیچ یک از رابطه‌های فوق از معنی داری خوبی برخوردار نیستند. همبستگی ضعیف و عدم معنی داری رابطه بین پراکنش ارتفاعی و مجموع مساحت، ناشی از گروههای پراکنش ارتفاعی است. چون برای گروه بندی لغزشها از پراکنش ارتفاعی استفاده شده و در بعضی مربع‌ها که در یک گروه خاص قرار می‌گیرند، ممکن است لغزشی وجود نداشته باشد و بر عکس در مربع دیگر که در گروه بعدی قرار می‌گیرد ممکن است چندین لغزش اتفاق افتاده باشد (جدول ۱). توزیع نامساوی لغزشها و همچنین بزرگی بیش از حد مساحت بعضی از لغزشها در مربع خاص، در مجموع مساحتها تأثیر گذاشته و پراکنش آنها را ناهمگن کرده است.

۵-۳ - رابطه بین پراکنش ارتفاعی و شیب متوسط لغزشها

شیب یکی از عوامل مهم وقوع لغزش و ناپایداری است و نقش آن در کنار سایر عوامل از قبیل آب زیر زمینی، زمین ساخت، نهشته‌های سطحی و زمین لرزه، بهتر مشخص می‌شود. در این تحقیق به منظور شناخت رابطه بین شیب متوسط لغزشها و پراکنش ارتفاعی؛ کل لغزشهای منطقه مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج حاصل از محاسبات نشان می‌دهد که همبستگی خوب و بالایی بین پراکنش ارتفاعی و میانگین شیب لغزشها وجود دارد و رابطه بین آنها توسط مدل توانی بهتر بیان می‌شود (شکل ۱۱):

$$[رابطه ۱۶] \quad ۲۵۴۶/۰۹D^۰ \cdot ۴/۸۴ = \text{میانگین شیب لغزش (۱۶)}$$

رابطه فوق نشان می‌دهد که با تشدید خشونت ناهمواری، شیب لغزشها افزایش می‌یابد. ضریب تبیین ($R^2 = ۰/۹۶۴$) نشان می‌دهد که رابطه فوق بهترین برازش برای ارتباط بین شیب لغزشها و پراکنش ارتفاعی است و با افزایش پراکنش ارتفاعی، شیب لغزشها زیاد ولی از

حجم و ارتفاع نسبی آنها کاسته می‌شود. شکل ۱۱ نشان می‌دهد که مقادیر مشاهداتی شیب لغزشها بزرگتر از مقادیر محاسباتی آنهاست و این بیانگر ضخامت زیاد نهشته‌های سطحی در شیبهای تند است و این نهشته‌ها باعث می‌شوند که در منطقه اهر چای در شیبهای تند هم لغزش وجود داشته باشد.

نتیجه :

انحراف معیار توزیع فراوانی ارتفاع در یک ناحیه، شاخص ژئومورفومتریک است که نشانگر پراکنش ارتفاعی است و در بررسی شرایط مکانی مطلوب برای وقوع لغزشها بکار می‌رود. این مسأله از نظر موفولوژیکی نشانگر شرایط دینامیک بزرگ مقیاس حاصله از توپوگرافی منطقه‌ای است و از نظر طبیعی بیانگر پراکنش انرژی بالقوه مواد سطحی است. نتایج نشان می‌دهد اگر چه مساحت کل توده‌های لغزش یافته در اهر چای با پراکنش ارتفاعی همبستگی خوبی ندارد، ولی حجم، شیب، طول و مساحت متوسط لغزشها شدیداً تابع پراکنش ارتفاعی هستند. بنابراین می‌توان اینگونه نتیجه‌گیری کرد که برای شناخت دقیق دینامیک لغزشها و علل وقوع آنها در یک منطقه، باید نقش پراکنش ارتفاعی نیز مورد ارزیابی قرار گیرد. نتایج حاصل از این پژوهش و مدلهای ارائه شده، با اندکی تغییر می‌توانند برای سایر مناطق کوهستانی ایران قابل استفاده باشند. مقادیر ضرایب ممکن است با توجه به زمین‌شناسی مناطق کمی تفاوت داشته باشد.

منابع :

- ۱- خیام، مقصود؛ روستایی، شهرام. (۱۳۷۸)، "تحلیل‌های مورفومتری و مفاهیم ژئومورفولوژی لغزشهای زمین در حوضه اهر چای علیا". نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز سال پنجم شماره ۷ صفحات ۷۱-۹۶.
- ۲- روستایی، شهرام (۱۳۷۹). "پژوهشی در دینامیک لغزشهای زمین و علل وقوع آنها با استفاده از روشهای مورفومتری در حوضه اهر چای"، پایاننامه دکتری دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز.

- 3- Egawa, Y., et al(1976) Methods of surveying for landslides using areal photographs. 373pp., Geogr. Sur. Inst. Japan.
- 4- Ohmori, H(1974) The relative degree of influence of landform geology and vegetation upon the stability of slopes. -Geogr. Rev. Japan. 47: 633-652.
- 5- Ohmori, H(1992) Morphometrical characteristics of the scare created by large scale rapid massmovement. -Trans. Japan. Geomorph. Union, 13: 189-202.
- 3- Ohmori, H & T. Sugai (1995) Toward geomorphometric models for estimating landslide dynamics and forecasting landslide occurrence in Japanese mountains. Z. Geomorph. N. F. Suppl. -Bd. Pp. 101-149.



شروہ شگاہ علوم انسانی و مطالعات فرہنگی
پرتال جامع علوم انسانی